

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-207319

(43)Date of publication of application : 25.07.2003

(51)Int.Cl.

G01B 11/24  
E01B 35/00

(21)Application number : 2002-003201

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 10.01.2002

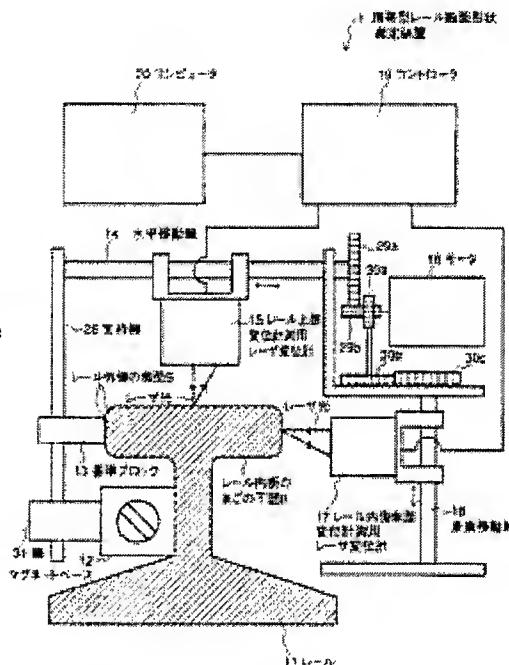
(72)Inventor : KURITA KOICHI  
OKAI TAKASHI  
INOUE MASAO  
HIURA SEIJI

## (54) SECTIONAL SHAPE OF RAIL MEASURING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a sectional shape of rail measuring device capable of a quantitative evaluation without resorting to the operator's sense, measuring the sectional shape of the rail with high precision, and reducing the cost to a great extent by decreasing the time and/or manhours required to conduct the inspection.

**SOLUTION:** The rail sectional shape measuring device measures the shapes of the rail oversurface and one side face using a laser displacement meter when two references are used, i.e., the side face on the outside of the rail where the wheel does not contact directly and the under-part of the jaw inside the rail where the wheel alike does not contact directly, and the obtained displacement data is coupled on a computer to serve for measurement of the rail sectional shape.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-207319

(P2003-207319A)

(43)公開日 平成15年7月25日 (2003.7.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 B 11/24  
E 0 1 B 35/00

識別記号

F I

E 0 1 B 35/00  
G 0 1 B 11/24

テ-ヤコ-ト<sup>\*</sup> (参考)

2 D 0 5 7  
A 2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願2002-3201(P2002-3201)

(22)出願日

平成14年1月10日 (2002.1.10)

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 栗田 耕一

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号  
三菱重工業株式会社広島研究所内

(72)発明者 岡井 隆

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号  
三菱重工業株式会社広島研究所内

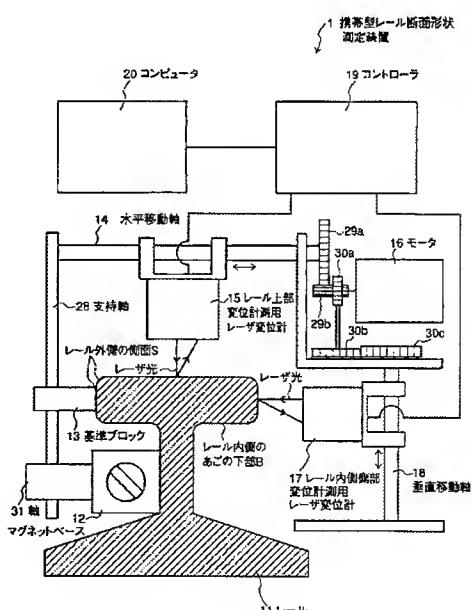
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レール断面形状測定装置

(57)【要約】

【課題】 作業者の勘に頼らない定量的な評価ができるとともに、高精度のレール断面形状測定が可能であり、検査に要する時間や人員を減らすことにより、コストを大幅に低減できるレール断面形状測定装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明のレール断面形状測定装置は、車輪が直接接触しないレール外側の側面を基準とし、同じく車輪が直接接触しないレール内側のあごの下部を基準として、レール上面および側面の形状をレーザ変位計で計測し、得られた変位データをコンピュータ上で結合させて、レール断面形状を測定することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レールの断面形状を計測するレール断面形状測定装置において、レーザ変位計を計測方向に移動させてレールの断面形状を計測することを特徴とするレール断面形状測定装置。

【請求項2】 レールの断面形状を計測するレール断面形状計測装置において、ライン状のレーザ光をレールに照射して、照射部のレールの変位を計測するライン型レーザ変位計を有することを特徴とするレール断面形状測定装置。

【請求項3】 レールの断面形状を計測するレール断面形状測定装置において、車輪が直接接触しないレール外側の側面を基準とし、同じく車輪が直接接触しないレール内側のあごの下部を基準として、レール上面および側面の形状を計測することを特徴とする請求項1または請求項2に記載のレール断面形状測定装置。

【請求項4】 永久磁石方式のマグネットベースを用いて固定可能であることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載されたレール断面形状測定装置。

【請求項5】 レールに沿って走行しながらレール断面形状を計測することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載されたレール断面形状測定装置。

【請求項6】 計測されたレール断面形状データと、過去に計測したレール断面形状データとを比較するコンピュータを有し、該コンピュータにより得られた比較データに基づいて、レールの危険度を評価し表示することを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれかに記載されたレール断面形状測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レール断面形状の計測装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 旅客や貨物の輸送手段として鉄道の利用率が近年増加している。このため、レールの消耗等も激しく、鉄道のメンテナンスが重要視されている。ところが、従来は、これらの検査をすべて人が目視検査や打音検査で実施していた。このため、検査結果は検査者の主観に依存するため、結果を一元的に評価することができず、検査結果を定量的に評価することが困難な状況であった。

【0003】 このような状況下で、従来から、鉄道のレールの形状を計測するために携帯型検査装置やレールを手動あるいは電動で走行しながら連続的にレールの状況を検査する方法がいくつか提案されている。

【0004】 光切断法を利用した方法として、特開2001-304824号記載のレール断面測定装置がある。この方法は、検査対象であるレールの斜め上側からスリット光を照射し、その光を撮像装置で撮影し、その

画像データを画像処理装置により処理することによりレール断面像を求めるものである。この方法は、スリット状の光で物体をあたかも切断するように照射するため、光切断法とよばれておいる。非接触でレール形状の概略を計測することが可能な方法である。

【0005】 また、同様に光切断法を利用した方法として、特開2001-141427号記載のレール断面測定装置がある。この方法は、照射方向の異なる複数のスリット光をレールに照射し、それぞれの像をレーザ光あるいは干渉フィルタとの組み合わせることにより区別してレール断面像を求め、さらに、これら撮影した画像データを座標変換等の処理を施してレール断面を計測するものである。

【0006】 また、同様に光切断法を利用した方法として、特開平6-11315号記載のレール断面磨耗測定装置がある。この方法は、検査対象であるレールにXeフラッシュランプ光源からのスリット光をパルス的に照射し、CCDカメラによりXeフラッシュランプ点灯時の画像データと、消光時の画像データをそれぞれ撮影し、その差分を画像処理することによりレール形状を求めることが特徴とするものである。

【0007】 さらに、上述した方法以外に、より直接的で原始的な方法として、マイクロメータにより直接レール幅を計測する方法等が提案されている。この方法は、マイクロメータの読み値をデジタルで表示することを特徴とした方法で、検査者に依存せず再現性良くデータが得られることを特徴としている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の検査者による目視検査や打音検査では、検査する作業者により評価が異なる場合が多く、また、マイクロメータを使用した場合も検査装置の設置方法にわずかな傾きやズレが生じても大きな誤差となるため、レール断面形状の定量的な評価が困難であるという課題があった。また、これらの方法は検査に要する時間や人件費が膨大となり非経済的であるという課題もあった。

【0009】 一方、光切断法を利用した方法によりレールの断面形状を正確に得るために、レールに照射するスリット光のスリット幅を狭くする必要がある。ところが、レーザの種類にも依存するが、一般にレーザ光を使用しても数 $10\mu m$ 程度まではスリット幅を狭くすることができず、レール断面形状を数 $\mu m$ レベルの精度で検出することは不可能であった。この方法では、例えば、レール削研車によるレール削研前後の削研量が通常 $20\mu m$ 程度であることを考慮すると、この方法によるレール削研前後の削研量を定量評価することは不可能であることがわかる。従って、この光切断法では高精度の検出は不可能であるという課題があった。

【0010】 さらに、Xeフラッシュランプ光源を使った方法も、スリット光にして検査対象であるレールに照

射しているため、上述した光切断法と同様な課題があつた。このため、画像データの差分をとる手法を用いても本質的にこの課題を解決することはできなかつた。

【0011】本発明は上述のような課題を解決するためになされたもので、作業者の勘に頼らない定量的な評価ができるとともに、検査に要する時間や人員を減らすことによりコストを大幅に低減でき、さらに従来の光切断法やXeフラッシュランプを用いた検査方法を含めた非接触検査方法と比べてより高精度のレール断面形状測定が可能であり、得られた検査結果を解析することによりレールの危険度評価に結びつけることが可能なレール断面形状測定装置を提供することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、レールの断面形状を計測するレール断面形状測定装置において、レーザ変位計を計測方向に移動させてレールの断面形状を計測することを特徴とする。請求項2に記載の発明は、レールの断面形状を計測するレール断面形状計測装置において、ライン状のレーザ光をレールに照射して、照射部のレールの変位を計測するライン型レーザ変位計を有することを特徴とする。

【0013】請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載のレール断面形状計測装置において、レールの断面形状を計測するレール断面形状測定装置において、車輪が直接接觸しないレール外側の側面を基準とし、同じく車輪が直接接觸しないレール内側のあごの下部を基準として、レール上面および側面の形状を計測することを特徴とする。

【0014】請求項4に記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載のレール断面形状計測装置において、永久磁石方式のマグネットベースを用いて固定可能であることを特徴とする。また、請求項5に記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載のレール断面形状計測装置において、レールに沿って走行しながらレール断面形状を計測することを特徴とする。

【0015】また、請求項6に記載の発明は、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載されたレール断面形状測定装置において、計測されたレール断面形状データと、過去に計測したレール断面形状データとを比較するコンピュータを有し、該コンピュータにより得られた比較データに基づいて、レールの危険度を評価し表示することを特徴とする。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明のレール断面形状測定装置について更に詳しく説明する。本発明において、I字状のレールの断面形状を測定する手段として、レーザ変位計を使用してレールの表面形状を計測する手法を採用している。本発明で使用したレーザ変位計は0.1 $\mu\text{m}$ の分解能を有するものを採用している。これは、レール削研前後のレール表面の削研量がたかだか20 $\mu\text{m}$

10

20

30

40

50

程度と僅かであるため、この削研量を精度よく検出するために、高分解能の変位計が必要となつた。

【0017】しかし、高分解能のレーザ変位計により、レールの表面形状を計測するだけではレール断面形状を精度良く計測することはできない。レール断面形状を精度良く計測し、レールの削研量を正確に求め、レール表面の削研量を再現性良く計測し、レール幅や高さの経時変化を定量的に評価するためには、計測の基準点を決定することが必要不可欠である。ところが、レール上面はその上を走行する車輪や、定期的にレール表面を削研するレール削研車両等により表面が削られている。このため、単純にレール上部を基準点（原点）として、レール表面の変位を計測してもレール断面形状やレールの削研量を正確に計測することができない。そこで、本発明では、以下に述べるように検査対象であるレールに基準面（基準点）を2箇所設定することによりこれを可能にした。

【0018】まず、定置してレール断面形状を測定する携帯型レール断面形状測定装置に本発明を適用した場合を例に説明する。レール断面形状測定装置は、車輪が接觸しないレール外側の側面に密着する構造とする。そして、このレール断面形状装置はレール上面を計測するものと、レール側面を計測するものの2台のレーザ変位計が搭載されている。レーザ変位計のタイプは、スポット型でもライン型でもどちらでも計測可能であるがここでは、スポット型を使用した場合を例に説明する。レール上面を計測するレーザ光の基準点となる原点は、レール外側の側面である。一方、レール内側の側面を計測するレーザ光の基準点となる原点は、車輪が直接接觸しないレール内側のあごの下部（レール内側の上方張出部の下面）である。このように、基準となる原点が決まり、それぞれの変位計で変位信号が検出される。これらの変位データを2つの基準点と、それぞれのレーザ変位計の計測位置で重なり合う部分をつなげることにより、レール内側の断面形状を得ることができる。

【0019】次に、レール上を一定速度で走行しながらレール断面形状測定を実施する連続式レール断面形状測定装置に本発明を適用した場合を例に説明する。この場合は、上述した携帯型レール断面形状測定装置とは異なり、非接觸でレール断面形状を計測する。レール断面形状測定装置には、ライン型のレーザ変位計が少なくとも2台搭載されている。そして、それぞれのレーザ変位計は、レール上面を計測するものと、レール側面を計測するものである。レール上面を計測するレーザの基準点となる原点は、レール外側の側面の曲率がある端部である。この部分は、レールやレール削研車両により削られない部分（変位の変化がない部分）であるため、基準点として使うことができる。一方、レール側面を計測するレーザの基準点は、車輪が直接接觸しないレール内側のあごの下部である。このように、基準となる原点が決ま

り、それぞれの変位計で変位信号が検出される。これらの変位データを2つの基準点と、それぞれのレーザ変位計の計測位置で重なり合う部分をつなげることにより、レール内側の断面形状を得ることができる。

【0020】このようにして得られたレール断面形状は、コンピュータ等のデータ蓄積装置に蓄積される。そして、これらのデータは、単にレールの削研量やレール幅、レールの頭の高さ等が数値化されるだけでなく、レールの危険度評価やレール縫目の幅等を定量的に数値化することが可能となり、鉄道のメンテナンスに活用できる。

#### 【0021】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

(実施例1) 図1は本発明に係るレール断面形状測定装置の第一実施例(携帯型レール断面形状測定装置)を概念的に示す構成図である。図中の符号11で示されるものは、検査対象であるI字状のレールの断面形状を示したものである。この図中で、左側はレールの外側、右側は車輪が接触するレールの内側を表している。この携帯型レール断面形状測定装置1は、検査場所を決めると、図中の符号12で示す永久磁石を利用したマグネットベース用いて、図に示すように固定する。マグネットベース12は内部永久磁石の配置を換えるレバーを使用してレールからの着脱は可能な構造となっている。このマグネットベース12の軸31と直交する支持軸28にレール側部に密着して接触する基準ブロック13が接触する構造を有している。そして、この支持軸28に直交するねじ溝が外周に形成された水平移動軸14が支持軸28に配置されている。この水平移動軸14には、該水平移動軸14のねじ溝と螺合してレール上部変位計測用レーザ変位計15が取り付けられている。この水平移動軸14は、複数の歯車29a, 29bを介してモータ16により回転し、これによりレール上部変位計測用レーザ変位計15が図1の左右方向に一定速度で移動する構造を有している。同様に、レール内側側部変位計測用レーザ変位計17を垂直に移動させるための、ねじ溝が外周に形成された垂直移動軸18が垂直(図1の上下方向)に設置され、垂直移動軸18はモータ16により複数の歯車30a, 30b, 30cを介して回転する。すなわち、垂直移動軸18のねじ溝がレール内側側部変位計用レーザ変位計17と螺合しており、上記垂直移動軸18が回転することにより、レール内側側部変位計用レーザ変位計17は図1の上下方向に一定速度で移動する。そして、それぞれのレーザ変位計15, 17からの信号は、コントローラ19を経てコンピュータ20にてデータ蓄積され、レール断面形状を出力する。

【0022】本実施例で使用しているレーザ変位計15, 17は、スポット型のレーザ変位計である。これは、レーザをスポット状に照射し、その位置での変位を

計測する装置である。従って、レールの上部や側部の形状をこの変位計で計測する場合には、レーザ変位計を計測方向に移動させて逐次変位データを蓄積していく必要がある。

【0023】一方、レーザ変位計にはライン型もあり、これはライン状にレーザ光を照射し、そのラインの変位を同時に計測するものである。このタイプのレーザ変位計を使用すれば、機械的にレーザ変位計をスキャンする必要がない。本実施例では、スポット型のレーザ変位計を例に説明しているが、上述のライン型レーザ変位計を携帯型レール断面形状測定装置1に使用することも可能である。

【0024】こうした構成の携帯型レール断面形状測定装置1において、レール11外形の変位データの取得は以下の手順でおこなう。まず、それぞれのレーザ変位計15, 17を計測位置の一端部に移動させておく。そして、モータ16を回転させることにより2台のレーザ変位計をそれぞれ前記計測位置の他端部へ向けて移動させる。この移動の間に取得した変位データを、コントローラ19を経てコンピュータ20で連続的に蓄積する。

【0025】こうして得られた変位データは、それぞれレール11の外形の変位データでしかないが、これらの変位データを解析し、基準点や該変位データの重なり合った部分を結合することにより、一つのレール断面形状として出力される。この際、図1に示す、レール外側の側面Sとレール内側のあごの下部Bは、それぞれレールを走行する車輪やレール削研車両等によりレール表面が削られない部分であるため、経時変化を評価する際の基準点(基準)として使用することができる。このようにして、出力(計測)されたデータと過去に同じ場所で計測したレール断面形状のデータとをコンピュータ20により比較して、その相対変化量や、変化している部分を表示することも可能である。

【0026】この発明の実施例1に係るレール断面形状測定装置によれば、レーザ変位計15, 17をそれぞれスキャンさせることにより、レール11の上部と内側部の変位を計測し、それぞれの変位データをもとにレール11の断面形状を精度良く定量的に求めることができ、以下に述べる効果を奏する。

(1) 従来の目視検査や打音検査法、及び手動のマイクロメータを利用した計測方法に比べ、高速で高精度なレール断面形状の計測が可能であり、検査者に依存しない定量的な評価ができる。

(2) 従来の光切断法によるレール断面形状測定法に比べ、高精度な測定が可能であり、これにより、従来技術では困難だった削研量を定量的に評価することが可能となつた。

【0027】(実施例2) 図2は、本発明に係るレール断面形状測定装置の第二実施例(連続式レール断面形状測定装置)を概略的に示す構成図である。本発明の第二

実施例に係る連続式レール断面形状測定装置2は、前記第一実施例が定置型の携帯型レール断面形状測定装置であったのに対して、レールに沿って走行しながら、レールに対して非接触で連続的にレール断面形状を計測することを可能にした実施例である。

【0028】連続式レール断面形状測定装置2には、ライン型のレーザ変位計21、22、23が、レール11に対して、それぞれレール上部外側、レール上部内側、レール内側側部を計測するように配置されている。また、連続式レール断面形状測定装置2は、レール11の長手方向(図2の紙面に対し、直交する方向)に沿って移動することができる検査車両(図示せず)に積載されている。なお、前記ライン型のレーザ変位計21、22、23は、それぞれレーザ変位計内部にスキャナーを設置してライン状にスキャンしている方式であるので、変位計測の原理はスポット型のレーザ変位計と変わらない。この状態で、ライン型レーザ変位計21、22、23を搭載した検査車両は一定速度でレールに沿って走行し、ライン型レーザ変位計21、22、23からの変位信号は、それぞれコントローラ25を経てコンピュータ24にて逐次蓄積される。

【0029】レール11に沿って走行しながらの計測では、レール11の表面状態を目視で直接みることはできないので、レール11の表面状態を撮影する撮像器26を連続式レール断面形状測定装置2の適当な位置に設置している。また、この撮像器26でレール11の表面状態を撮影する際に、レール11の外表面を照明するための照明器27が同様に設置されている。こうして撮像器26によって得られたレール11表面の画像データは、レール断面形状を求めるために解析に供することはないが、ライン型レーザ変位計21、22、23によって異常な信号が検出された場合の、参照データとして使用することができる。

【0030】それぞれのライン型レーザ変位計21、22、23で得られた変位データをもとに、以下の手順によりレール断面形状を決定する。レール上部外側を計測するライン型レーザ変位計21で計測されたレール外側の側面の曲率がある端部の変位データは、通常、レールやレール削研車により削られない部分(変位の変化がない部分)であるので、レール断面形状を求める際の基準点となりうる。そこで、この点を基準点として、レール上部内側を計測するライン型レーザ変位計22で計測された変位データの重なり合って計測した部分を結合する。さらに、レール側部を計測するライン型レーザ変位計23で得られた変位データの重なり合って計測した部分を結合する。これらの作業を、コンピュータ24上で自動的に実行することにより、レール11の断面形状を決定することができる。こうして出力(計測)されたレール断面形状のデータと、コンピュータ24内部に蓄積されている、過去に同じ場所で計測したレール断面形状

のデータとをコンピュータ24により比較し、得られた比較データによりレール断面形状データの経時的な変化量や、変化している部分を表示することが可能である。そして、求めたレール断面形状の相対変化量(比較データ)に基づいてレールの危険度を評価し表示することができる。

【0031】本発明の実施例2に係るレール断面形状測定装置は、実施例1に示した効果に加え以下の効果を奏する。

(1) 走行しながら非接触で連続的にレールの断面形状を測定することができた。

(2) さらに、求めたレール断面形状の相対変化量からレールの危険度を評価し表示することができた。

### 【0032】

【発明の効果】本発明のレール断面形状測定装置は、レーザ変位計を使用してレールの表面変位を計測することにより求める方法であり、更に、変位計測のための基準点をレールに設定することにより、これらの変位データから精度良くレール断面形状を決定することが可能となり、作業者に依存しない正確で定量的な評価が可能となり、さらに、レール形状の経時変化やレール削研前後の正確な削研量などを正確に計測することができとなり、レールメンテナンスの高精度化、高効率化が可能となつた。

【0033】また、レール断面形状測定装置をオンラインレール形状計測(連続式レール断面形状測定装置)に適用した場合は、上記効果に加えて、一定走行しながら計測するため、非接触で連続的にレールの断面形状を測定することができとなり、測定時間の大幅短縮が実現できた。

【0034】さらに、求めたレール断面形状からレールの危険度を評価し表示することにより、レールメンテナンスの業務負担が著しく軽減され、例えばレール幅等が基準より狭い危険な個所を優先的に点検、補修することができ安全性向上が実現できた。

### 【0035】

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る携帯型レール断面形状測定装置の具体的な装置構成を示す概念図である。

【図2】本発明の実施例2に係る走行して計測可能な連続式レール断面形状測定装置の具体的な装置構成を示す概念図である。

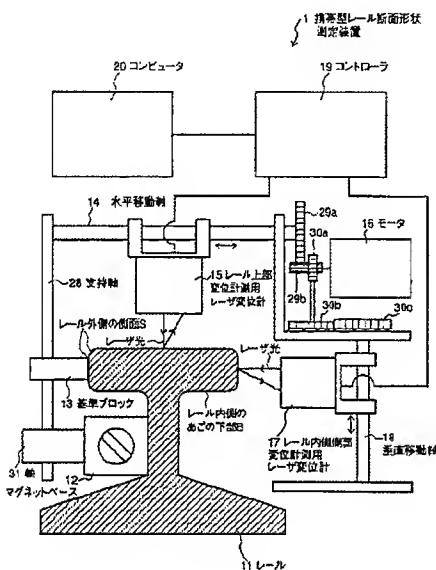
#### 【符号の説明】

- 1 携帯型レール断面形状測定装置
- 2 連続式レール断面形状測定装置
- 11 レール
- 12 マグネットベース
- 13 基準ブロック
- 14 水平移動軸
- 15 レール上部変位計測用レーザ変位計

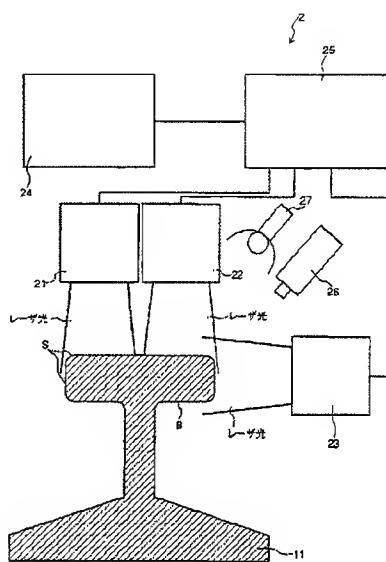
- 1 6 モータ  
 1 7 レール内側側部変位計測用レーザ変位計  
 1 8 垂直移動軸  
 1 9 コントローラ  
 2 0 コンピュータ  
 2 1 ライン型レーザ変位計（上部外側）

- 2 2 ライン型レーザ変位計（上部外内側）  
 2 3 ライン型レーザ変位計（側部）  
 2 4 コンピュータ  
 2 5 コントローラ  
 2 6 撮像器  
 2 7 照明器

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 政雄

愛知県小牧市大字東田中1200番地 三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

(72)発明者 日浦 誠司

愛知県小牧市大字東田中1200番地 三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

F ターム(参考) 2D057 BA24

2F065 AA06 AA52 CC35 FF09 FF43

GG04 MM14 MM23 PP22